

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 58-033309

(43)Date of publication of application : 26.02.1983

(51)Int.Cl.

H03H 9/19

H03H 9/13

H03H 9/25

(21)Application number : 56-131739

(71)Applicant : TOYO COMMUN EQUIP CO LTD

(22)Date of filing : 21.08.1981

(72)Inventor : NAKAZAWA YUZO

ONO KAZUO

MORITA TAKAO

TANAKA MASAKI

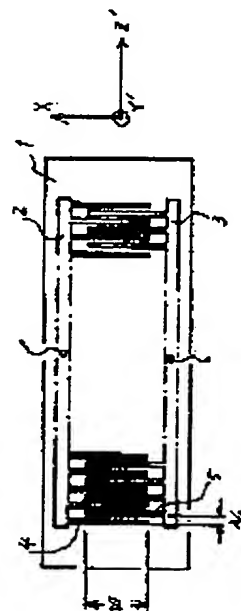
## (54) SLIP WAVE RESONATOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain an inexpensive resonator which has the excellent temperature characteristics and is insensitive to the contamination on the surface, by setting the thickness of film at a prescribed value for a multipair interdigital transducer electrode provided on a quartz substrate that transmits the slip wave.

**CONSTITUTION:** The rotary Y-cut angle is set counterclockwise in a range of  $-43^{\circ} \sim -52^{\circ}$  in terms of the axis X for a quartz substrate which transmits the slip wave. The bus bar electrodes 2 and 3 are formed with Al on the substrate 1 in the direction of the axis Z'. These electrodes are so extended as to cross interdigital electrode fingers 4 and 5 alternately. The ratio  $h/\lambda$  between the film thickness (h) of the extended electrode and the propagating slip wavelength  $\lambda$  is regulated to  $\geq 2\%$ , and the number of pairs of electrodes 4 and 5 is regulated to  $800 \pm 200$ . At the same time, the  $w/\lambda$  ratio is regulated to  $8 \sim 15$  between the cross length (w) of the electrode finger and the wavelength  $\lambda$ . As a result, the right-under-electrode enclosing effect is improved for the oscillating energy of the slip wave along with excellent temperature

characteristics. Thus an inexpensive resonator, which is insensitive to the surface contamination and the aging and oscillates the high frequency up to about 1GHz with the basic wave and with virtually no spuriousness and high Q.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平1-34411

⑮ Int. Cl. 4

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 平成1年(1989)7月19日

H 03 H 9/25  
9/145C-8425-5 J  
C-8425-5 J

発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 すべり波共振器

⑯ 特 願 昭56-131739

⑰ 公 開 昭58-33309

⑱ 出 願 昭56(1981)8月21日

⑲ 昭58(1983)2月26日

⑳ 発 明 者 中 沢 祐 三 神奈川県高座郡寒川町小谷753番地 東洋通信機株式会社  
内  
㉑ 発 明 者 小 野 和 男 神奈川県高座郡寒川町小谷735番地 東洋通信機株式会社  
内  
㉒ 発 明 者 森 田 孝 夫 神奈川県高座郡寒川町小谷753番地 東洋通信機株式会社  
内  
㉓ 発 明 者 田 中 昌 喜 神奈川県高座郡寒川町小谷753番地 東洋通信機株式会社  
内  
㉔ 出 願 人 東洋通信機株式会社 神奈川県高座郡寒川町小谷二丁目1番1号  
審 査 官 酒 井 伸 芳

1

2

## ⑳ 特許請求の範囲

1 すべり波を伝搬せしめる水晶基板の主表面上に多対のインタデジタル・トランスジューサ電極を設けて該電極に印加された電気エネルギーをすべり波に変換するすべり波共振器に於て、前記水晶基板を回転Yカット、カットアングル $43^{\circ}$ 乃至 $-52^{\circ}$ C、すべり波伝搬方向をZ軸方向とすると共に、前記水晶基板上に設ける多対のインタデジタル・トランスジューサ電極をA1にて構成し且つその膜厚を伝搬するすべり波々長の2.0%以上4.0%以下とすることによつてすべり波の振動エネルギーの前記電極直下への閉じ込め効率を向上したことを特徴とするすべり波共振器。

2 前記インタデジタル・トランスジューサ電極の電極対数を $800 \pm 200$ とすることにより共振器の容量比と副共振レベルを低レベルに保ちつつ高いQを得ることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のすべり波共振器。

3 前記インタデジタル・トランスジューサ電極の電極指交叉長を前記電極によつて励起されるすべり波々長の8乃至15倍とすることにより共振器の容量比を低レベルに保ちつつ高いQを得ることを特徴とする特許請求の範囲第1又は2項記載

のすべり波共振器。

## 発明の詳細な説明

本発明は一般にSSBW(Surface Skimming Bulk Wave)等と呼ばれている圧電基板の表面直下を伝搬する波動(斯る種類の波動の総称を本発明の明細書に於いてはすべり波と称する)をインタデジタル・トランスジューサ電極によつて励起せしめ、その振動エネルギーを前記電極直下に閉じ込めるタイプの共振器に関する。

従来、安定した高周波を得るには殆んどの場合水晶薄板の厚みすべり振動を利用していたが、その最高周波数は水晶基板の厚さに依存する為基本波で40MHz程度が限界であつて更に高い周波数を得るには通常基本波周波のオーバートーン振動を利用していた。しかしながらオーバートーン次数は9次程度までが使用しうる限界であり、該次数が高くなると所謂容量比 $\gamma$ が該次数の自乗に比例して悪化し且つインピーダンスも上昇するので回路とのマッチングが困難となる等の問題を生ずるものであつた。

上述の如き問題を解決する一手段として最近、インタデジタル・トランスジューサ電極によつて弾性表面波を発生させ、これを利用する共振器

の研究と実用化が盛んであるが、これは数十M乃至1GHz程度までの高周波を基本波周波にて励振しうるものである。

しかしながら弾性表面波共振器は励振された波動が圧電基板表面を伝搬する為、基板表面の汚染或はエージングによる表面状態の変化の影響を強くうけるという欠陥があるのみならず周波数-温度特性についても需要者を充分満足させるものではなく、更に優れた特性が要求されている。

本発明は以上説明した如き既存の共振器の持つ欠陥或は問題点を除去する為になされたものであつて、弾性表面波共振器と同等の高い周波数を基本波にて励振でき、且つその振動が圧電基板の表面直下を伝搬するすべり波を利用して数十M乃至1GHz程度の周波数帯での使用に適した表面汚染に強くエージング特性、温度特性に優れ、且つスプリアスの極めて少ない共振器を提供することを目的とする。

以下、本発明をこれをなすに至つた理論的考察と実験結果とに基づいて詳細に説明する。

圧電基板表面直下を伝搬するすべり波の存在及び多対のインタデジタル・トランスジューサ電極によつてこの波を励起しうることは従前より知られていたが、これを共振器に応用する試みについては殆んど研究がなされていなかった。その理由は弾性表面波共振器からの類推によつてすべり波々長の1%以下の膜厚のインタデジタル・トランスジューサ電極を設けたすべり波共振器は発振条件を満足することが困難であつた上、発振してもそのQが極めて低くとうてい実用に耐えるものではなかつたからである。

一方、本発明の発明者等は既に出願した弾性表面波共振器に関する一連の特許出願、特願昭56-56710等に於いて水晶基板表面に極めて膜厚の大なる(表面波々長の1.5%以上)インタデジタル・トランスジューサ電極を設けることによつて少数の電極指対数によつて充分大なるQを有しかつ副共振の少ない小型の共振器を得ることができるとを示し、その理由は表面波に対する電極指膜厚の反射効果、質量付加効果による表面波振動エネルギーの閉じ込め効果の強調及び電極指断面積の増大による等価抵抗の減少によるものであらうと推論した。

この推論をすべり波に援用して、すべり波を励

起するインタデジタル・トランスジューサ電極膜厚を著しく大きくするならば圧電基板表面が振動しないすべり波に対しては前記反射効果は考えにくい、質量付加効果及び等価抵抗減少の効果5を期待し得るであろう。

本発明は以上の如き推定に基づいてなされたものであり、電極膜厚を一定以上厚くした場合に実用性のある充分に高いQを得ることが確認された。

以下本発明の基礎となつた実験結果について詳細に説明する。

第1図は本実験に使用したすべり波共振器の構成を示す図である。

先ず圧電基板1としては温度特性を考慮して水晶の回転Yカット、切断角をX軸に関して反時計廻りに $-43^{\circ}$ ~ $-52^{\circ}$ の範囲のものを使用した。この切断角を有する水晶基板を用いるならばすべり波伝搬速度は同じ回転Yカット水晶基板の弾性表面波伝搬速度に比してわずかに数%高速であるにすぎないが温度一周波数特性は三次曲線となり極めて温度特性の良好なものとなる。

因みに前記切断角を $35^{\circ}$ ~ $42^{\circ}$ の範囲に選べば温度特性は劣化するがすべり波伝搬速度は前記弾性表面波伝搬速度の約1.6倍となる。

さて上記の如き水晶基板1上にAlを用いてZ軸方向にバスバー電極2、3を設け、両者から交互に多数のインタデジタル電極指4、4……及び5、5、……を交叉する如く延長する。これは周知の如く蒸着したAlに対しマスクを介してフォトリソエッチングにより形成するものである。又前記インタデジタル・トランスジューサ電極指4又は5の各々とこれに隣接する無電極部との合計幅はすべり波々長 $\lambda$ の半分となるようにし、両者の幅比は製造の容易さから1:1に構成するのが一般的である。

更に前記インタデジタル電極指4、4、……及び5、5、……のオーバーラップ幅を交叉長 $w$ と称し、この値を変化することによつて共振器の諸特性を制御することができる。

以上の如き形状のインタデジタル・トランスジューサ電極は少なくとも弾性表面波共振器を構成する上では表面波反射用すだれ状金属或は溝又は孔を備えた共振器に比して構成単純で製造性が良好な上不要な副共振や他との音響的結合が少な

く優れた特性を有するものであるが、すべり波共振器に於いても同様の効果があると考えられる。

以上の如きインタデジタル・トランスジューサ電極を設けた共振器を用いて行つた実験結果について説明するに、先ず電極対数 $N$ を800対、前記交叉長 $w$ をすべり波々長 $\lambda$ で規準化した $w/\lambda$ の値を10に固定し、Al電極の膜厚 $h/\lambda$ を変化させた場合の共振器の挙動を第2図aの等価回路を仮定してアドミタンス・チャートを用いて検討した結果第2図b～eを得た。本チャートから明らかな如く電極膜厚 $h/\lambda$ がおよそ2%以下の場合、本すべり波共振器の特性はチャート上誘導性領域が存在せずハートレー又はコルピッツ型水晶発振回路に挿入しても発振し得ないことが判明した。

さてそこで各種電極膜厚を有するすべり波共振器についてその $Q$ と副共振レベルを調べた結果を第3図に示す。

本図に於いて電極膜厚 $h/\lambda$ が増大するに従い $Q$ 及び副共振レベルも増大し、 $h/\lambda$ が4%近傍に於いて $Q$ は飽和し、副共振レベルは急増する如く見える。

一方、電極膜厚 $h/\lambda$ を固定した上で電極対数 $N$ を変化させた場合、 $Q$ 、副共振レベル及び $\gamma$ がいかに変化するかを調べた結果を第4図に示す。

本図から明らかな如く電極対数 $N$ が多い程 $Q$ は増加するが、 $\gamma$ 及び副共振レベルも800対前後を境に増大する傾向を示す。

従つて共振器としての望ましい構成としては、要求される仕様にもよるが一般的には水晶基板を使用する限り電極対数 $N$ が $800 \pm 200$ 、電極膜厚 $h/\lambda$ は0.025乃至0.03程度であることが判る。

又、副共振レベルは電極対数 $N$ に対しては電極膜厚 $h/\lambda$ の減少に従つてわずかに平行移動的に減少し一方 $\gamma$ は電極膜厚 $h/\lambda$ の減少に従つてわずかに平行移動的に増大する傾向が見られたが図面の繁雑を避ける為省略した。

尚、更に電気交叉長 $w/\lambda$ について調べた結果を第5図に示す。本図から明らかな如く交叉長 $w/\lambda$ にも最適値がある如く見え、その範囲は概ね8乃至15の間に存し、交叉長 $w/\lambda$ を変化させることによつて得られる $Q$ 又は $\gamma$ の変化は電極膜厚 $h/\lambda$ 或は電極対数 $N$ を変化することによる共振器特性の変化に比べればわずかでありその重要

性は二次的であるといえる。

以上説明した実験の結果は共振器を空気中で共振させたものであるが弾性表面波共振器にあつては真空中に於いて共振する共振器の $Q$ は空気中のそれに比べて15乃至30%改善されることが知られている。この知見をすべり波共振器に援用した結果弾性表面波共振器の場合程の効果はなかつたが約5%程度の $Q$ の向上がみられた。

以上の実験結果からすべり波共振器に於いても共振器の特性を左右する最も重要な構成要素はその電極膜厚 $h/\lambda$ であり、他の要素、例えば電極対数 $N$ は電極膜厚 $h/\lambda$ とは殆んど無関係に $\gamma$ 或は副共振のレベルから一定の値に帰着せざるを得ず、又前記交叉長 $w/\lambda$ も共振器特性に影響を与えその最適値が存在するがその効果は二次的なものであることが明らかとなつた。

以上本発明の共振器に関する実験の結果について説明したが、電極材料としてAl以外の例えばAu、Ag、Cr又はNi等について言及していなかったたのでこれらについて簡単に説明する。

前述の電極の質量効果が振動エネルギー閉じ込め効果を強調するものであるとすればAlよりはるかに密度の大きな金属材料によつて電極を構成し、その膜厚をAlの密度との割合に比例して薄くしても同様の効果がありそうに思われたがAu、Cr及びNiについて実験した結果は全く予想に反するものであつて $Q$ は上昇せずスプリアスも多くなるという結果を得た。

この理由は目下のところ不明であるが、弾性表面波共振器の場合にも同様の結果がより顕著に現出していることからして、水晶基板直下を伝搬するすべり波も水晶基板と電極との境界近傍に於いて両者の音響インピーダンスの差に起因する摂動の影響を受けると同時に前記両インピーダンスの差が大きすぎることがすべり波の伝搬及び振動エネルギーの閉じ込め効果を悪化させる方向に働いているものと考えざるを得ない。

従つて現状に於いては基板の水晶と音響インピーダンスが近似するAlを電極材料として用いるのが最も良い。

本発明は以上説明した如く構成するので極めて温度特性良好にしてスプリアスが殆んどなく表面汚染及びエージングに対し鈍感でありしかも1G Hz程度までの高周波を基本波にて発振する共振器

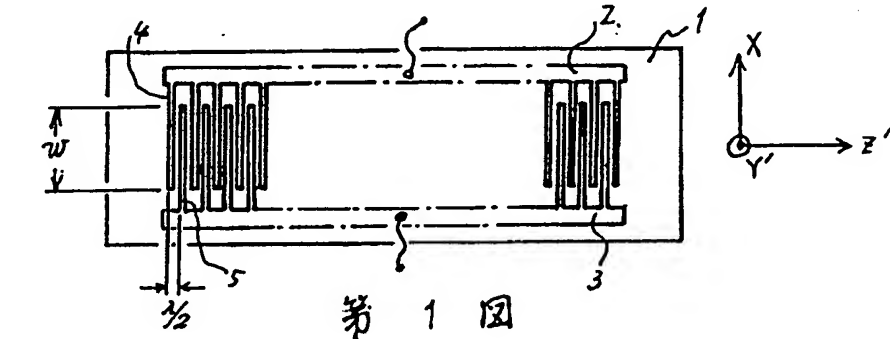
を安価に得ることが可能となる為、近年益々使用周波数帯が高くなっている電子機器の要求に容易に応ずることができ、しかもこれら機器の小型化、高安定化に著しい効果を発揮するものである。

#### 図面の簡単な説明

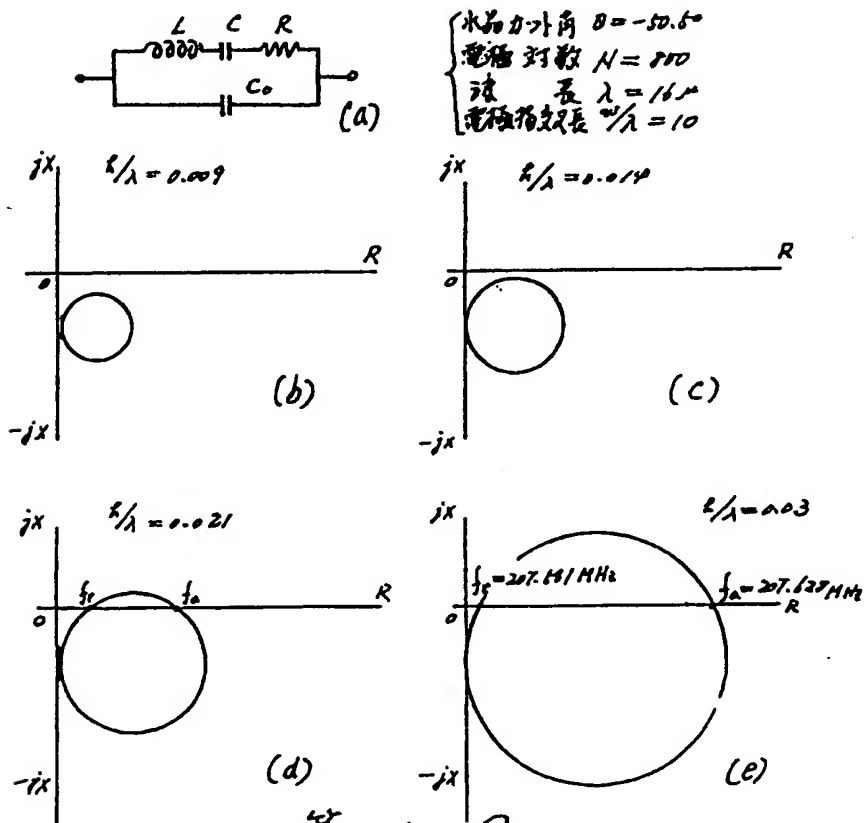
第1図は本発明のすべり波共振器の電極構成を示す図、第2図aは第1図のすべり波共振器の等価回路、同図b乃至eは夫々電極膜厚をすべり波々長の0.9%、1.4%、2.1%及び3.0%の場合の

アドミタンス・チャートの図、第3図はすべり波共振器の電極指対数を固定した場合、電極膜厚の変化に対するQ及び副共振レベルの変動の実験結果を示す図、第4図は各電極膜厚に対し電極指対数を変化した場合のQ、 $\gamma$ 及び副共振レベルの変動の実験結果を示す図、第5図は電極指交叉長の変化に対するQ及び $\gamma$ の変動を示す実験結果の図である。

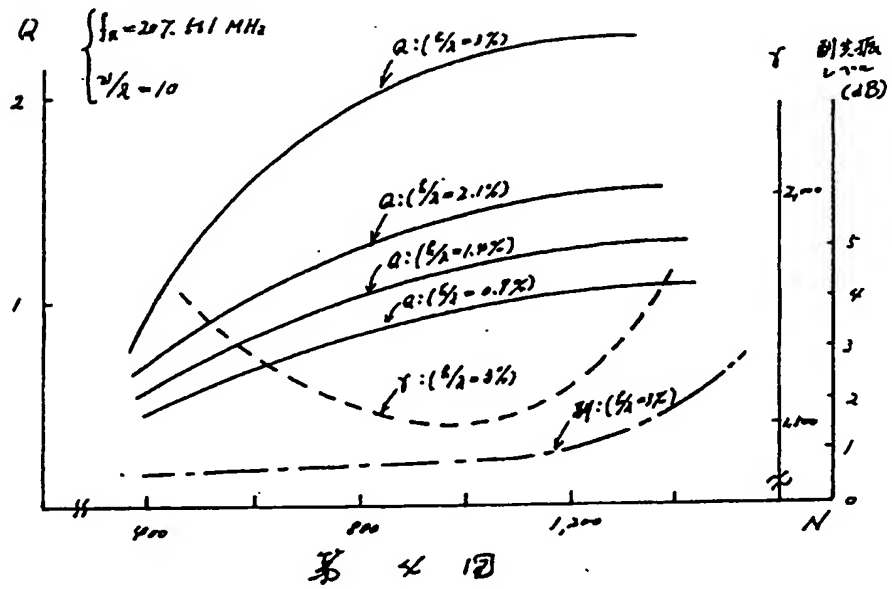
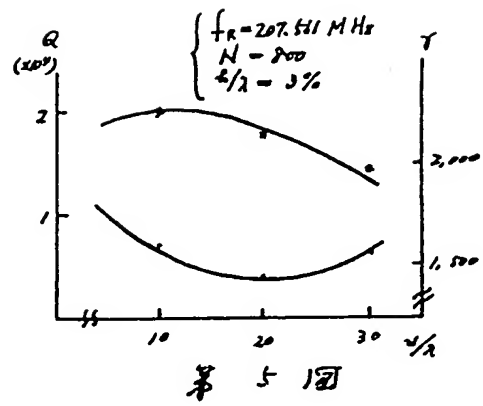
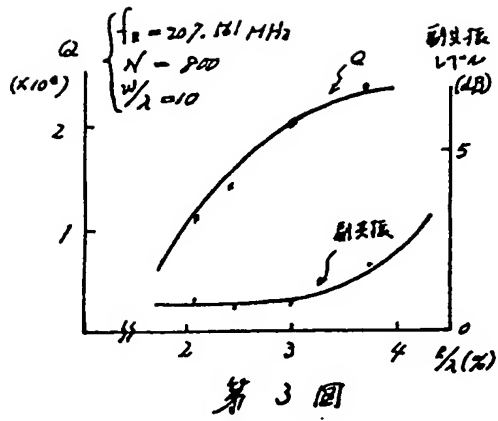
1……水晶基板、4、5……インタデジタ  
ル・トランスジューサ電極。



第 1 図



第 2 図



THIS PAGE BLANK (USPTO)